

TRABAJO FIN DE GRADO

**GRADO EN
VETERINARIA**

Factores predisponentes de pododermatitis en
broilers

Alumno: M^a Elena Ramos García

Tutor: Clara Llamazares Martín

Curso académico: 2020/2021





Universidad
**Católica de
Valencia**
San Vicente Mártir

María Elena Ramos García

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS



AGRADECIMIENTOS

“Agradezco a mi familia su apoyo incondicional, sobre todo a mi padre y a mi madre que sin su ayuda no habría podido realizar esta carrera tan preciosa y que gracias a ellos he alcanzado mi meta y he hecho mi sueño realidad.

Agradezco a mi tutora y coordinadora que me ha ayudado en todo momento con sus aportaciones y sus motivadoras reuniones para poder llevar a cabo este trabajo.”





Universidad
**Católica de
Valencia**
San Vicente Mártir

María Elena Ramos García

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS



ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	4
2.1.	Los orígenes de la avicultura	4
2.2.	La importancia del sector avícola de carne	4
2.3.	Evolución del sector avícola en España	7
2.4.	Bienestar animal	9
2.4.1.	¿Qué es el bienestar animal?	9
2.4.2.	Normativa de bienestar animal y proyecto Welfare Quality®	10
2.4.3.	La pododermatitis como indicador de falta de bienestar animal	12
3.	OBJETIVOS	13
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	13
4.1.	Material	13
4.2.	Métodos	13
4.3.	Criterios de inclusión	14
4.4.	Criterios de exclusión	14
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5.1.	Análisis bibliométrico	15
5.2.	Análisis del contenido	16
5.3.	Factores predisponentes de pododermatitis y medidas de prevención	17
5.3.1.	Cama y material de la cama	17
5.3.2.	Densidad de población	18
5.3.3.	Nutrición y salud intestinal	19
5.3.4.	Manejo del agua	20
5.3.5.	Humedad relativa y temperatura ambiental	22
5.3.6.	Ventilación	23
5.3.7.	Iluminación	24
5.3.8.	Genética	25
5.3.9.	Enriquecimiento ambiental	27
6.	CONCLUSIÓN	30
7.	BIBLIOGRAFÍA	31





Universidad
**Católica de
Valencia**
San Vicente Mártir

María Elena Ramos García

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS



1. RESUMEN

La intensificación del sector avícola de carne en los últimos 50 años ha dado lugar a cambios en las instalaciones, en el manejo e incluso en la selección genética de los animales, todo ello con el propósito de aumentar la producción de carne de pollo de engorde. Como consecuencia de todos estos cambios, se han producido deficiencias en el bienestar de los animales. Uno de los principales indicadores de falta de bienestar en *broilers* es la pododermatitis que es un problema multifactorial caracterizado por la inflamación de la piel y la formación de lesiones necróticas de forma bilateral en los dedos y en las almohadillas plantares. El objetivo de este trabajo fue el de conocer los factores predisponentes de esta patología y realizar un análisis bibliométrico de la literatura al respecto. Los problemas que causan la aparición de esta lesión se pueden agrupar en tres tipos, una mala calidad de la cama, una mala nutrición y una disminución de la salud entérica. Además, dentro de estas causas hay una gran cantidad de factores predisponentes que pueden producir estas lesiones. Así pues, la clave para intentar prevenir esta dermatitis por radica en el manejo y el mantenimiento adecuado de las causas principales. De igual forma, proporcionar diferentes tipos de enriquecimiento ambiental en las granjas de pollos de engorde puede promover una mejora del bienestar animal y de la actividad física del ave y disminuir así el riesgo de patologías como la pododermatitis.

Palabras clave: *broiler*, pododermatitis, enriquecimiento ambiental, factores predisponentes, bienestar animal, calidad de la cama.

ABSTRACT

The intensification of the meat poultry sector in the last 50 years has led to changes in the facilities, in the handling and even in the genetic selection of the animals, all with the purpose of increasing the production of broiler meat. Because of all these changes, there have been deficiencies in the welfare of the animals. One of the main indicators of poor welfare in broilers is the footpad dermatitis, that is a multifactorial problem characterized by the skin inflammation and formation of bilateral necrotic lesions on the fingers and the foot pads. The aim of this study was to know the predisposing factors of this pathology and to carry out a bibliometric analysis of the literature in this regard. The problems that cause the appearance of this lesion can be joined into three types, poor litter quality, poor nutrition, and decreased enteric health. In addition, within these causes there are many predisposing factors that can produce these injuries. So that, the key to trying to prevent this contact dermatitis lies in a

proper management and maintenance of the main causes. Similarly, providing different types of environmental enrichment in broiler farms can promote an improvement in animal welfare and physical activity of the fowl and reduce in this way the risk of pathologies such as footpad dermatitis.

Key words: broiler, footpad dermatitis, environmental enrichment, predisposing factors, animal welfare, litter quality.



2. INTRODUCCIÓN

2.1. Los orígenes de la avicultura

La gallina doméstica (*Gallus gallus domesticus*) pertenece al orden Galliforme, familia Phasianidae y género *Gallus* que se distingue de todas las demás especies de la familia por poseer peine y zarzo. Este género está compuesto por cuatro especies silvestres: en el suroeste de la India se encuentra el *Gallus sonneratii*, en el sudoeste asiático el *Gallus varius* localizado en Java, el *Gallus Lafayettii* en Sri Lanka y Ceilan, y en India y en el sur de China el *Gallus* (ave de la jungla roja) (Al-Nasser et al., 2007; Lawal et al., 2020). Numerosos estudios de ADN mitocondrial (ADNmt) indican que de esta última especie surgió la gallina doméstica (Boudali et al., 2020; Xiang et al., 2014).

Los restos óseos más antiguos hallados en el norte de China datan aproximadamente del año 8000 a. C. La domesticación pudo ocurrir independientemente en la India o en el sur de Asia y posiblemente su expansión fue por Europa occidental a través de Rusia (FAO, 2005). Las aves fueron domesticadas con fines culturales y de entretenimiento hasta que más tarde también se utilizaron para el consumo humano. Esto dio comienzo al desarrollo de diferentes razas y variedades estándar que se utilizaron en la evolución de los pollos comerciales hasta la actualidad (Al-Nasser et al., 2007).

2.2. La importancia del sector avícola de carne

Al pollo de engorde se le denomina *broiler*, nombre proveniente de la palabra inglesa *broiling*, el cual da nombre al producto cocinado, es decir, al pollo asado. Este término es usado para ambos sexos y para definir un tipo determinado de ave, cuyas principales características de esta especie son la alta velocidad de crecimiento y su alto crecimiento de masa muscular, el cual se observa principalmente en pechugas y en patas, confiriéndole un aspecto “redondeado” que lo diferencia de otros cruces o especies (Castelló et al., 2002).

Las razones comerciales para este tipo de producto están definidas como una carne nutritiva con buena relación calidad precio, con bajo contenido en grasas e inexistencia de restricciones religiosas o culturales, por lo que su demanda ha aumentado en los últimos años (FAO, 2005).

A escala mundial, la carne de ave supone el 30% del total de carne producida. El tipo de carne de ave más producido a nivel mundial es el pollo con el 89%. En este último año ha

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS

crecido un 4,7% alcanzando las 99,03 toneladas. El país con mayor producción de carne de pollo a nivel mundial es Estados Unidos con un 20%, el segundo es Brasil con un 14%, el tercero es China con un 13% y en el último lugar la Unión Europea con un 12% (Figura 1) (Ramseyer, 2019).

En términos de consumo a nivel internacional, la estructura es parecida a la de producción mundial previamente vista, en cabeza el primer consumidor de carne de pollo es Estado Unidos con un 17,2%, en segundo lugar es China con un 14,3%, en tercer lugar es la Unión Europea (UE) con un 12,0% y en último lugar Brasil con un 10,2% (MAPA, 2020).

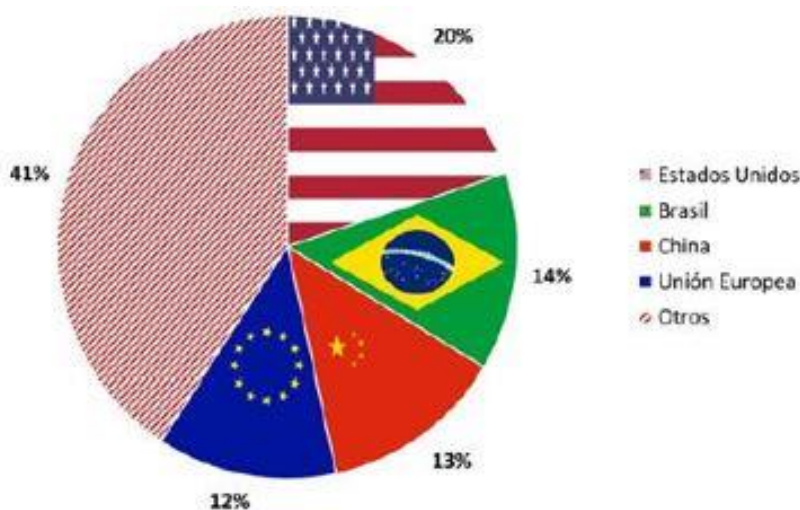


Figura 1. Gráfico de sectores que representa la producción mundial de carne de pollo en el año 2019 (Ramseyer, 2019).

En la Unión Europea, excluyendo por primera vez al Reino Unido, se produjeron unas 13.501 toneladas de carne de ave en el año 2019, de las cuales 11.554 toneladas correspondían a la carne de pollo. Los principales productores de carne de pollo fueron, Polonia en primer lugar con un 19,3%, en segundo lugar, España y Alemania con el mismo porcentaje (12,3%) y en tercer lugar Francia con un 10,0% de la producción (Figura 2) (MAPA, 2020).

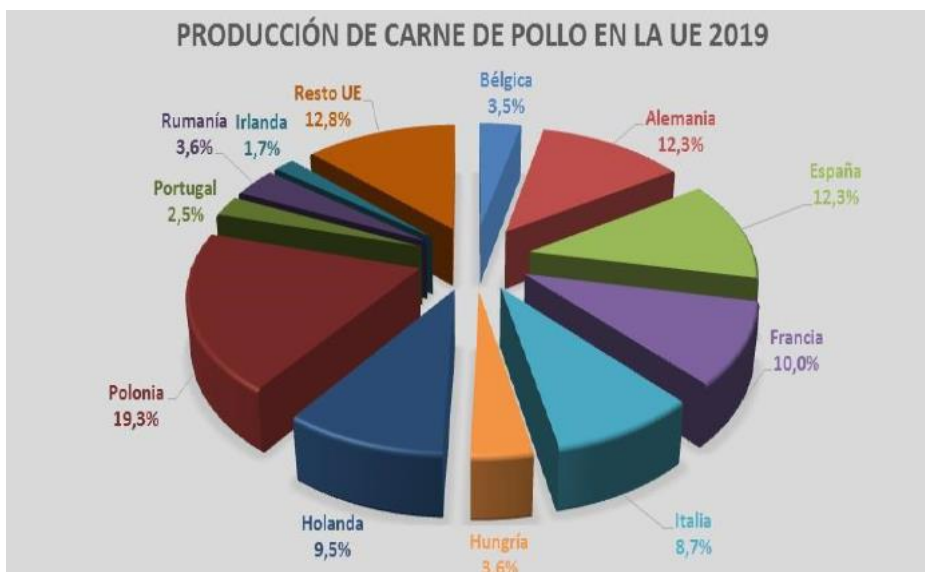


Figura 2. Gráfico de sectores que representa la producción de carne de pollo en la Unión Europea en el año 2019, exceptuando al Reino Unido (MAPA, 2020).

A nivel autonómico la mayor parte de la distribución de la producción de carne de ave se concentra en cuatro comunidades autónomas: Andalucía, Cataluña, Galicia y Comunidad Valenciana (Figura 3) (MAPA, 2020).

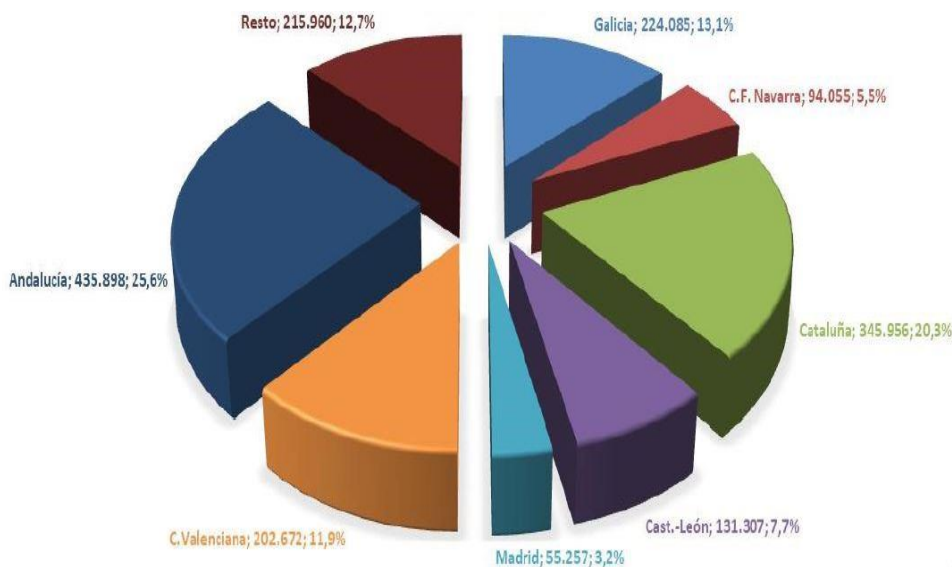


Figura 3. Gráfico de sectores que representa la producción de carne de ave por comunidades autónomas en España en el año 2019 (MAPA, 2020).

2.3. Evolución del sector avícola en España

El desarrollo del sector avícola en España comenzó a finales de los años 50, con la llegada de nuevas estirpes pesadas procedentes de Estados Unidos, junto con la importación de soja para la mejora y fabricación de piensos compuestos, ya que anteriormente el país no disponía de las instalaciones, la genética ni el manejo adecuado para ello (Castelló et al., 2002).

Sin embargo, el verdadero despegue económico de la producción de carne de ave comenzó en los años 60, tanto en Europa como en España, con el proceso de integración vertical de las granjas hasta el día de hoy. Es decir, la empresa integradora suministraba los animales, el pienso y los servicios técnicos veterinarios y el ganadero aportaba sus instalaciones y mano de obra. La empresa integradora subcontractaba todo ello asumiendo los posibles riesgos económicos y el ganadero recibía un salario fijo que fuera independiente de las fluctuaciones de los precios del mercado (Castelló et al., 2002; Martínez, 2008).

Por lo tanto, la integración vertical fue un factor importante que contribuyó al desarrollo económico del sector avícola español en este último medio siglo, pero no fue el único. A su vez, se implementaron programas de selección genética dirigidos a aumentar la rapidez de crecimiento de los pollos y así disminuir el tiempo que debían estar en la granja (Castello et al., 2002). Para la obtención de este tipo de pollos se partía de la selección de líneas puras o de una estirpe con unas características apropiadas con el objetivo de mejorarla mediante granjas de selección. A partir de ese cruzamiento, se produjo lo que se llaman bisabuelas o en inglés *Great Grand Parent stock*. En las granjas de multiplicación, se producían abuelas o *Grand Parent Stock*, que a su vez estas producían las aves reproductoras hijas o *Parent Stock*. En estas granjas de reproducción las *Parent Stock* producían huevos incubables y pollitos de un día que eran transportados a granjas de cría y engorde para la producción de carne de pollo (Figura 4) (Castelló et al., 2002). En la actualidad, las explotaciones avícolas continúan con este tipo de granjas y niveles productivos, todo ello dependiendo del tipo de producto que quieren obtener, ya que cada explotación tiene una única clasificación zootécnica y por lo tanto las instalaciones y las técnicas son distintas, así como el ciclo y el manejo de las explotaciones (Cotino, 2008).



Figura 4. Clasificación zootécnica de granjas en la producción de *broilers* (Castelló et al., 2002).

Por otro lado, el tamaño de los criaderos ha sido un factor clave para incrementar el número de pollos producidos al permitir aumentar la densidad de los animales albergados. Prueba de ello es que en la década de los 80 el tamaño medio de las naves albergaba entre unos 5.000 a 10.000 pollos y en la actualidad se ha duplicado, permitiendo pasar de unos 12.000 pollos alojados a un máximo de 30.000 (Castelló et al., 2002). Esto fue posible también gracias a la mejora en el control ambiental de estas naves, que a través de sistemas automatizados permitió regular de una manera más precisa la ventilación y la refrigeración (Castelló et al., 2002). Además, la utilización de luz artificial con fotoperiodos largos y dietas altamente concentradas sirvieron para explotar el potencial genético de crecimiento rápido de estos animales, lo que dio lugar a que en el año 2005 los *broilers* alcanzaran el peso final del ciclo productivo en tan solo 30 días, hecho que contrasta con los 120 días que se necesitaban en el año 1925 (Bessei, 2006).

2.4. Bienestar animal

2.4.1. ¿Qué es el bienestar animal?

El bienestar animal es una ciencia que se ha establecido recientemente, sin embargo, el interés del hombre por el buen trato a los animales es muy antiguo, surgiendo como una forma de evitar la pérdida de los animales que se iban a consumir. En la actualidad, cada día crece la preocupación de los consumidores por el bienestar de los animales de granja, ya que perciben el bienestar animal como un elemento importante para la calidad del alimento que puede afectar al tipo de producto comprado. Además, estos consumidores están interesados en el origen del producto y desean que se produzca con un respeto hacia el bienestar del animal. A partir de esta preocupación por la salud de los animales surgió el concepto de bienestar animal (Ibáñez et al., 2004).

A lo largo de los años se han realizado numerosos intentos por definirlo apropiadamente debido a que abarca distintas dimensiones (Welfare Quality®, 2009). La primera definición fue presentada por Broom que afirma que “El bienestar de un individuo es su estado en relación con sus intentos por afrontar su ambiente” (Broom, 1986). Si bien el bienestar presenta diferentes definiciones, la más completa es la de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) que afirma que “Un animal se encuentra en un estado satisfactorio de bienestar cuando está sano, confortable y bien alimentado, puede expresar su comportamiento innato, y no sufre dolor, miedo o estrés” (OIE, 2008).

A finales de 1990 los países miembros de la OIE observaron que había una relación crítica directa entre la sanidad y el bienestar animal. De este modo, la OIE se convirtió en la organización internacional encargada de las normas relativas al bienestar, y creo un consenso con todos los países miembros exigiendo la prevención de enfermedades, el uso de tratamientos veterinarios, un manejo adecuado, una alimentación correcta y un sacrificio compasivo (Nicol & Davies, 2013; Webster, 2016).

En lo que respecta al marco legislativo, la percepción de los políticos sobre las opiniones de los consumidores en relación con el bienestar animal fue decisiva para que el Consejo de la Unión Europea arrancara su política sobre el bienestar animal junto con la elaboración de normas para corregir inconvenientes en algunos sistemas duramente criticados por la población (Ibáñez et al., 2004), ya que anteriormente no había requisitos de bienestar animal para los *broilers* y únicamente se aplicaban los requisitos de la Directiva 98/58/CE relativos a la

protección de los animales en explotaciones ganaderas (Directiva 98/58/CE, 1998). Es por ello, que se introdujeron requisitos sobre el bienestar de los animales aplicables a los gallineros en los que se crían pollos destinados a la producción de carne (COM, 2018). Más adelante, el Consejo de la Unión Europea aplicó la Directiva 2007/43/CE por la que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de pollos destinados a la producción de carne (Directiva 2007/43/CE, 2007) y a nivel español se aplicó el Real Decreto del 692/2010 por el que se establecen las normas mínimas para la protección de los pollos destinados a la producción de carne (Real Decreto del 692/2010, 2010).

2.4.2. Normativa de bienestar animal y proyecto Welfare Quality®

En 1965 la Comisión de Brambell de Reino Unido estableció que los animales agropecuarios debían ser capaces de realizar las siguientes actividades: acostarse, darse la vuelta sobre sí mismos, levantarse, estirar las extremidades y acicalar todas las partes del cuerpo (Brambell, 1965; Abbas, 2014; Webster, 2016). Sin embargo, la disponibilidad de poder realizar dichas actividades no era suficiente para garantizar el bienestar de los animales, por lo que en 1979 el *Farm Animal Welfare Council* (FAWEC) remodeló estos requisitos. A fin de contemplar una serie más amplia de necesidades biológicas de los animales, se establecieron 5 libertades que los animales de granja debían tener (FAWEC, 2012):

1. Libertad de no padecer hambre ni sed ni malnutrición
2. Libertad de no sufrir incomodidad o malestar
3. Libertad de no sentir dolor, lesión y enfermedad
4. Libertad de expresión de la mayoría de los comportamientos normales
5. Libertad de no sentir miedo o angustia

Desafortunadamente las 5 libertades también planteaban problemas, ya que eran demasiado genéricas y algunas se superponían entre sí (FAWEC, 2012; Romero, 2020). Por esta razón en 2004, la Unión Europea financio el proyecto Welfare Quality®. En este proyecto participaron más de 40 instituciones científicas de quince países distintos con el objetivo de evaluar e integrar el bienestar animal en diferentes etapas del ciclo productivo y/o sistema de alojamiento. De acuerdo con esta propuesta, el Welfare Quality® creó cuatro principios de bienestar a partir de los cuales se identifican doce criterios con sus respectivas medidas para ser evaluados que forman en la actualidad la base de la evaluación del bienestar animal en las explotaciones pecuarias (véase tabla 1) (Brambell, 1965; Welfare Quality®, 2009). Al mismo tiempo, el Welfare Quality® diseñó a lo largo de estos años protocolos a seguir en distintos

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS

animales de granja. Para pollos de engorde se realizaron tres protocolos diferentes; *broilers* en granja, *broilers* en matadero y gallinas de puesta (Welfare Quality®, 2009; Velarde et al., 2010).

Tabla 1. Principios, criterios y medidas de bienestar para *broilers* en granja definidos por el Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009).

Principios de bienestar	Criterios de bienestar	Medidas de bienestar
Alimentación adecuada	1. Ausencia de hambre prolongada	Este criterio se mide el matadero
	2. Ausencia de sed prolongada	Espacio de bebedero
Alojamiento adecuado	3. Comodidad, en particular en las zonas de descanso	Limpieza del plumaje, calidad de la cama, prueba de la hoja de polvo
	4. Temperatura adecuada (confort térmico)	Jadeo, acurrucarse
	5. Facilidad de movimientos	Densidad de población
Buena salud	6. Ausencia de lesiones físicas	Cojera, quemadura del corvejón, pododermatitis
	7. Ausencia de enfermedades	Mortalidad en la granja, sacrificios en la granja
	8. Ausencia de dolor debido a un manejo adecuado	Este criterio no se aplica en esta situación
Comportamiento adecuado	9. Manifestación de comportamientos sociales	Hasta el momento, no se ha desarrollado ninguna medida para este criterio.
	10. Manifestación de otros comportamientos	Cubierta en el rango, rango libre
	11. Buenas relaciones entre los seres humanos y los animales	Prueba de distancia de evitación (ADT)
	12. Estado emocional positivo	Evaluación conductual cualitativa (QBA)

2.4.3. La pododermatitis como indicador de falta de bienestar animal

Hasta 1980 la pododermatitis no fue considerada un problema de bienestar animal, ya que en esa época las patas no era una parte de la canal del animal a la que se le diera un gran valor económico (Musilová et al., 2013; Shepherd & Fairchild, 2010). Así pues, en los pollos de engorde la dermatitis de la almohadilla plantar, fue conocida por múltiples nombres, como pododermatitis, dermatitis de contacto y en inglés como *footpad dermatitis* (FPD) (de Jong et al., 2012).

La pododermatitis es un problema multifactorial caracterizado por inflamación de la piel y la formación de lesiones necróticas de forma bilateral en los dedos y en las almohadillas plantares (Dowland, 2008; Shepherd & Fairchild, 2010). Esta afección en una primera etapa (grado 0) puede comenzar con una ligera decoloración de la planta del pie, con lesiones de 1 a 2 mm, con lesiones ya curadas o con una hiperqueratosis cutánea ligera, es decir, un engrosamiento del tejido y de las estructuras adyacentes (Figura 5). En la segunda etapa (grado 1 y 2) puede evolucionar de lesiones superficiales a profundas, con formación de úlceras y exudado que crea una costra de color negro (Figura 5) (AECOSAN, 2015). Estas lesiones son muy dolorosas para el animal y en casos graves pueden producir cojeras e infecciones secundarias. También la dermatitis puede afectar a los corvejones y a la zona de la pechuga, es decir, a las zonas que están en contacto con superficies húmedas como son la yacija y el suelo (Hashimoto et al., 2013; de Jong et al., 2014; Toscano et al., 2013).



Figura 5. Evolución de la pododermatitis desde una afección más superficial (grado 0) a más profunda (grado 2) (Dowland, 2008).

Hoy en día, las patas de los pollos son partes comestibles y tienen un alto valor económico. Recientemente, el precio de estas ha aumentado debido a una gran demanda de patas de buena calidad en los mercados de exportación en el sudeste asiático, en Japón (de Jong et al., 2014; Shepherd & Fairchild, 2010). Esta alta demanda de patas de pollos produce altas ganancias por detrás de las pechugas y las alas del pollo y produce aproximadamente 280 millones de dólares al año (Shepherd & Fairchild, 2010). Por lo tanto, además de afectar al bienestar de los animales, la pododermatitis genera importantes pérdidas económicas, ya que las patas que presentan lesiones no son aceptadas como productos de exportación y deben usarse como fuente de alimentos procesados en el mercado interno (de Jong et al., 2014).

3. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1) Realizar un análisis bibliométrico de la dermatitis plantar en *broilers*
- 2) Conocer los factores que predisponen a la presencia de esta patología y determinar cuáles son las condiciones de manejo y medidas que reducen su aparición

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Material

Para la realización de este trabajo bibliográfico se llevó a cabo una búsqueda de artículos científicos, informes, libros y manuales especializados en la producción avícola, bienestar animal y dermatitis plantar.

4.2. Métodos

Los documentos científicos se recabaron de las siguientes fuentes de información:

- ❖ Bases de datos:
 - PubMed
 - Dialnet
 - ECBSOhost
 - Web of Science (WOS)
 - Scopus

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS

- ❖ Revistas del sector avícola no incluidas en las bases de datos:
 - Avinews
 - Welfare Quality Network
 - Poultry of Sciencie
 - Selecciones avícolas
- ❖ Páginas web de instituciones, organismos y centros especializados en el sector:
 - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)
 - Food and Agriculture Organization (FAO)
 - Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)
 - Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN)
 - Boletín Oficial del Estado (BOE)
 - Farm Animal Welfare Education Centre (FAWEC)

Los conceptos de búsqueda fueron: *broiler, chickens, broiler welfare, footpad dermatitis welfare broiler, environment, temperature effect y factor*. En las ecuaciones de búsqueda se incluyeron los operadores booleanos AND, OR y truncamientos a la derecha como el símbolo asterisco *.

4.3. Criterios de inclusión

Se incluyó dentro de la búsqueda todo documento científico o fuente de información que abarcara el tema de estudio, para ello se leyeron tanto resúmenes como documentos científicos completos. Una vez leídos, se seleccionaron los documentos para realizar el análisis bibliométrico. Estos documentos son más numerosos que aquellos citados y referenciados en el manuscrito, ya que para esto último se utilizaron solo aquellos que eran más representativos. No se utilizó ninguna acotación de tiempo en la búsqueda para así poder valorar la evolución de la producción científica en el tema tratado.

4.4. Criterios de exclusión

Se excluyeron dentro de la búsqueda todos los documentos científicos que contuvieran a otros animales de producción diferentes del pollo de engorde, gallina o pavo, así como, documentos que estuvieran escritos en otro idioma diferente del español o inglés.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis bibliométrico

Para la realización del análisis bibliométrico se seleccionaron aquellos documentos científicos que abarcan la pododermatitis en *broilers* y sus factores de riesgo. Para ello, se tuvieron en cuenta solamente aquellos documentos obtenidos en bases de datos. Para la organización de esta búsqueda se clasificó la información en tres tablas que representan:

- I. Las publicaciones encontradas en la búsqueda inicial y seleccionadas finalmente
- II. La evolución de la productividad científica en esta materia a lo largo de las décadas
- III. Las publicaciones en las que se describen los factores predisponentes

En la tabla 4 se recogen las ecuaciones de búsqueda utilizadas para cada base de datos. El número total de documentos hallados en la búsqueda inicial fue de 160 y de estos se seleccionaron un total de 46. La razón por la cual tan solo se ha seleccionado menos de una tercera parte de los documentos hallados es porque no abarcaban el tema principal de estudio. Dado que algunos documentos científicos aparecieron en varias ecuaciones de búsqueda, se han incluido una sola vez en la tabla para evitar duplicidades.

Tabla 4. Número de publicaciones halladas inicialmente y seleccionadas por cada ecuación de búsqueda.

Bases de datos	Ecuaciones de búsqueda	Resultados de búsqueda	Selección
Web of Science (WOS)	Broiler* and foot pad dermatitis*	40	8
PubMed	broiler welfare and foot pad	8	4
PubMed	foot pad dermatitis and factor and chicken	18	7
PubMed	foot pad dermatitis and factor	33	4
Scopus	foot pad and dermatitis and environment	20	8
EBSCO host	temperature effect and footpad or pododermatitis and chickens	11	7
EBSCO host	chicken and foot pad dermatitis	9	5
Dialnet	welfare broiler	21	3

En la tabla 5 se puede observar cómo ha ido evolucionando la producción científica por décadas sobre la pododermatitis en *broilers*. Los resultados obtenidos en la tabla muestran que con el paso de los años la preocupación por estas lesiones se incrementa drásticamente, prueba de ello es que solo en el año 2020 se ha duplicado el número de publicaciones producidas que en la década de los 90. Además, este aumento de publicaciones coincide con la implantación de la legislación europea mediante la Directiva 2007/43/CE del Consejo (Directiva 2007/43/CE, 2007) y el Real Decreto del 692/2010 de España por el que se establecen las normas mínimas para la protección de los pollos destinados a la producción de carne (Real Decreto del 692/2010, 2010).

Tabla 5. Evolución de la actividad científica a lo largo de las décadas en dermatitis plantar (FPD).

Décadas	Numero de publicaciones FPD
1990	2
2000	11
2010	29
2020	4

En la tabla 6 se observa el número de publicaciones que abarca cada uno de los factores predisponentes de pododermatitis. Estos factores están ordenados de mayor a menor número de publicaciones, siendo la cama y el material de la cama los más investigados y con la mayor predisposición a causar este problema.

Tabla 6. Factores predisponentes ordenados de mayor a menor que han aparecido en las publicaciones de dermatitis plantar (FPD).

Factores predisponentes de FPD	Número de publicaciones
Cama y material de la cama	24
Nutrición y manejo del agua	13
Densidad	10
Humedad relativa y Temperatura	9
Genética	7
Iluminación	6
Ventilación	4

5.2. Análisis del contenido

En la producción intensiva avícola, la pododermatitis es producida por múltiples causas, las causas más habituales se pueden clasificar en tres grupos. En primer lugar, un manejo ambiental deficiente, en segundo lugar, una mala nutrición y, en tercer lugar, una disminución de la salud entérica. Dentro de estas tres causas habituales hay una gran cantidad de factores

predisponentes que pueden producir estas lesiones en las patas. Se ha estudiado que el factor más condicionante en la aparición de este problema en los pollos de engorde es la mala calidad de la cama. Los factores que influyen sobre la calidad de la cama directamente y por lo tanto sobre las patas del pollo de engorde son la densidad de animales, la humedad relativa, el material de la cama y la profundidad, la alimentación, el manejo del agua, la temperatura ambiental y la ventilación. Por otro lado, otros factores que también afectan a las patas de los *broilers* pero no influyen en la calidad de la cama de manera directa son la iluminación, la genética. Además, estas lesiones, como se ha comentado anteriormente, son multifactoriales y tienen distintos orígenes, pero a su vez se pueden producir de forma simultánea (Bilgili et al., 2011; Dowsland, 2008).

5.3. Factores predisponentes de pododermatitis y medidas de prevención

5.3.1. Cama y material de la cama

La calidad de la cama es un factor importante para el alojamiento de los *broilers*, ya que tiene funciones muy importantes como el aislamiento térmico de la nave, evitar el contacto directo con el suelo y absorber la humedad de los excrementos (Martínez, 2008).

Durante la crianza no es posible la renovación de la yacija por las altas densidades de animales alojados en la nave y no es rentable económicamente, por lo que utilizar materiales de poca calidad o llevar a cabo un mal manejo supone un apelmazamiento y degradación de la cama (Shepherd et al., 2010). Otro factor a tener en cuenta es la profundidad, esta debe ser suficiente para absorber la humedad y permitir el movimiento de las aves, ya que si hay poca profundidad de cama, a las 4 o 5 semanas de su uso la capacidad de absorción de la yacija será nula por los altos niveles de excrementos (Dowsland, 2008; Castelló et al., 2002).

A lo largo del ciclo productivo de los *broilers*, las deyecciones y el grado de humedad aumentan, produciendo así un incremento de los niveles de amoníaco, ácido úrico y urea que conlleva a una pérdida de la calidad de la cama (Martínez, 2008). Las aves reciben proteínas y aminoácidos en su dieta, por lo que un exceso de proteínas es metabolizado a ácido úrico lo que conlleva a un aumento de ingestión de agua y formación de deposiciones blandas aumentando el riesgo de producir pododermatitis. De igual forma, el amoníaco producido por la descomposición del ácido úrico por la acción bacteriana y la humedad ambiental crea una solución alcalina irritante para las vías respiratorias y para la piel produciendo quemaduras en las patas (Manning et al., 2007; Shepherd et al., 2010).

El material utilizado debe ser bioseguro, es decir, que no haya presencia de microorganismos patógenos, ni tóxicos y que no sea ni húmedo, ni polvoriento. Así pues, la mejor manera de evitar su aparición es manteniendo la cama en óptimas condiciones, con un material seco, esponjoso y sin apelmazamiento. (Castelló et al., 2002). En los países del norte de Europa, los materiales más utilizados son las virutas de madera y la paja de trigo picada por su alta capacidad de absorción de la humedad. Hay muchos más tipos de materiales que se pueden usar para una cama de calidad como son; paja, serrín de madera, cascarilla de arroz, zuro de maíz, cáñamo troceado entre otros (Alegre, 2015; Bilgili et al., 2009; Shepherd et al., 2010; Castelló., et al 2002).

Por lo tanto, la mala calidad de la cama es una de las principales causas de pododermatitis. Por lo que la yacija se debe distribuir por toda la nave sin que produzca problemas de salud y bienestar animal, ya que los pollos pasan todo su ciclo productivo sobre ella. Para ello, se debe supervisar de forma diaria a los animales, la textura y la apariencia de la cama y realizando medidas correctivas si se observa algún problema (Castelló et al., 2002).

5.3.2.Densidad de población

La densidad de población es un factor importante en el bienestar de los pollos de engorde y de suma importancia en la economía de las explotaciones avícolas. La densidad de población se define como “el peso vivo total de los pollos presentes en una nave por metro cuadrado de área utilizable” (Real Decreto del 692/2010, 2010). Las densidades de las explotaciones están reguladas en Europa por la Directiva 2007/43/CE del Consejo, que establece como norma general, que en cada nave no se puede exceder una densidad mayor a 33 kg/m² de zona utilizable. No obstante, puede aumentar la densidad hasta 39 kg/m² o 42 kg/m² si se cumplen una serie de requisitos adicionales en las explotaciones (COM, 2018; Directiva 2007/43/CE, 2010).

Las altas densidades de población generalmente producen un mayor rendimiento económico para los ganaderos debido a una mayor cantidad de pollos en la explotación, lo que se traduce en un aumento de kilogramo de carne por nave que a veces llega hasta unos límites inaceptables de bienestar animal. Para evitar exceder las densidades de la población, se calcula la cantidad de pollitos al inicio del ciclo productivo a partir del área disponible de la nave y el peso objetivo final del ave (Bessei, 2006; Meluzzi & Sirri, 2009).

En general, estas altas densidades durante la crianza producen una reducción de la salud del animal con consecuencias negativas, como hacinamiento, falta de espacio y estrés.

Además, puede perjudicar el desplazamiento del ave para beber y alimentarse, produciendo mortalidad en el lote. A su vez, favorece los trastornos locomotores, que derivan en la aparición de patologías y lesiones dérmicas (Martínez, 2008; Ibáñez, et al 2004). Estas grandes densidades de población también contribuyen al deterioro de la calidad del aire e incrementan la humedad relativa y la carga fecal produciendo una mayor concentración de amoníaco en la yacija, aumentando así la prevalencia de pododermatitis (Martínez, 2008).

Es evidente que la influencia de la densidad afecta a la calidad de la cama y es por ello por lo que las explotaciones requieren sistemas de ventilación para gestionar eficientemente estos aumentos de temperatura, humedad, dióxido de carbono y amoníaco (Martínez, 2008). Por lo tanto, la densidad animal es un factor importante que las explotaciones avícolas tienen que controlar para no disminuir el bienestar animal (Bessei, 2006; Meluzzi & Sirri, 2009).

5.3.3. Nutrición y salud intestinal

La nutrición es un factor importante de un gran impacto en la productividad, rentabilidad y en el bienestar animal. El uso de nutrientes poco digestibles o de alto contenido en fibra puede afectar al crecimiento, al estado físico, a la integridad intestinal, al contenido de agua excretado y a la calidad de la cama (Dowsland, 2008; Swiatkiewicz et al., 2017).

La formulación del pienso y su balance deben ser realizados por especialistas en nutrición y los ingredientes a emplear para la composición de las dietas deben ser frescos y de muy alta calidad, tanto en términos de digestibilidad de nutrientes como en calidad física (Dowsland, 2008). Además, en la formulación de piensos se debe minimizar el uso de sustancias antinutricionales y evitar niveles altos de contaminación por micotoxinas u otros microorganismos que pueden afectar a la salud intestinal del animal (Dowsland, 2008). Las raciones formuladas deben aportar al pollo de engorde un equilibrio adecuado entre energía, proteína, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales (Cobb-Vantress, 2009; Dowsland, 2008).

El *broiler* necesita energía para el crecimiento y el mantenimiento de sus actividades diarias y esta se obtiene a través de la ingestión de cereales, aceites y grasas vegetales (Dowsland, 2008; Swiatkiewicz et al., 2017). Respecto a la calidad de las proteínas y de los aminoácidos es importante que sean digestibles, equilibrados y que procedan de materias primas de calidad. El exceso de proteína bruta de mala calidad en el organismo del animal es metabolizado y excretado en forma de ácido úrico, produciendo un impacto negativo sobre la salud intestinal de las aves y por ende, disminuye la calidad de la cama, lo que predispone a la

aparición de pododermatitis (Cobb-Vantress, 2009; de Jong et al., 2014). Otro nutriente que produce un efecto similar son las grasas digestibles insaturadas de poca calidad, que pueden ocasionar la formación de heces muy pegajosas afectando a la calidad de la yacija y produciendo apelmazamiento (de Jong et al., 2014). Por otra parte, para evitar que el pollo de engorde ingiera grandes cantidades de agua y garantizar su salud intestinal, los minerales deben de estar siempre equilibrados en la ración, ya que una gran cantidad de sodio y potasio incrementa la ingesta de agua, lo que conlleva a un aumento de la humedad de la cama y a la posible aparición de la pododermatitis (Swiatkiewicz et al., 2017).

En general, para una mejora de la integridad intestinal del animal se debe realizar una adecuada limpieza de la explotación entre diferentes lotes de animales. Además, se tienen que incluir programas vacunales y anticoccidios ionóforos para fortalecer la salud intestinal y evitar diversas patologías. También se pueden añadir a las dietas nutrientes que ayuden a reducir el riesgo de pododermatitis como la biotina, zinc, vitaminas del complejo B y aglutinantes minerales de arcilla, todo ello bajo el asesoramiento veterinario (Dowland, 2008).

5.3.4. Manejo del agua

El agua es un factor importante y esencial para la vida del animal, ya que cualquier reducción o pérdida en el consumo de esta puede afectar significativamente al crecimiento y rendimiento del animal. Las aves deben tener acceso a agua limpia, potable y de buena calidad mineral, de su calidad va a depender que el pollito arranque en mejores o peores condiciones de crecimiento (Castello et al., 2002). Además, se deben controlar los niveles de concentraciones bacterianas que tiene que ser libres de *E. coli*, *Pseudomonas* y *Clostridium*, pues cualquiera de estos microorganismos puede afectar al tracto intestinal del pollo de engorde y puede producir una yacija húmeda (Martínez, 2008).

Es importante la fuente y el origen del agua para saber si proviene de suministros públicos o pozos. También es necesario realizar análisis para verificar y valorar características del agua como la dureza del agua, el pH, la salinidad y los nitritos en el agua (Dowland, 2008; Castelló et al., 2002), ya que la composición y la calidad del agua pueden afectar al nivel del consumo y de excreción de los *broilers*. Para valorar la calidad microbiológica del agua se pueden llevar a cabo distintos métodos. La cloración es el método más utilizado y efectivo, esta se debe aplicar de forma continua junto con una dosis adecuada (Castelló et al., 2002). También se debe tener en cuenta la limpieza de las tuberías y de los bebederos, pues una

insuficiente limpieza conlleva a una inactivación del cloro y con ello un crecimiento de microorganismos patógenos (Castelló et al., 2002).

Los cambios de temperatura influyen en la cantidad de agua ingerida por el animal y esto se relaciona directamente con el consumo de pienso. Se aproxima que la cantidad de agua ingerida aumenta un 6,5% por cada grado centígrado por encima de la temperatura de confort de 21 °C. Por lo tanto, cuando el agua está demasiado fría (<5°C) o muy caliente (>30°C) se reduce el consumo, así pues la temperatura ideal del agua se encuentra entre (15°C - 21°C) (Cobb-Vantress, 2009; Martínez, 2008; ROSS, 2014). La cantidad de agua ingerida también dependerá de la edad del ave y del sistema de bebedero que disponga la nave. Las explotaciones disponen de dos tipos de bebederos diferentes, los bebederos tipo “campana” y tipo “tetina” (ROSS, 2014). Los primeros miden 40 cm de diámetro y se deben colocar un mínimo de 6-8 por cada 1000 aves e ir aumentándolos conforme el pollo va creciendo. Estos bebederos se deben limpiar a mano frecuentemente, así pues, se han sustituido por bebederos de tipo “tetina”, ya que los bebederos tipo campana son más sucios y producen un mayor derrame de agua y una mayor humedad en la yacija. El bebedero tipo “tetina” proporciona una mayor calidad del agua, un fácil manejo y reduce la pérdida de agua, no requiere limpieza a mano y se desinfecta fácilmente. Se deben colocar alrededor de 12 bebederos por cada 1000 aves junto con bebederos suplementarios los primeros tres días de vida. La altura de los bebederos se debe ajustar conforme el ave crece (Figura 6). Dado que si la línea está demasiado alta el ave puede tener dificultad para consumir agua. Por el contrario, si está muy baja, puede producir derrames de agua en la cama y, por lo tanto, empeorará su calidad y habrá una mayor incidencia de pododermatitis (Cobb-Vantress, 2009; Dowsland, 2008; ROSS, 2014).

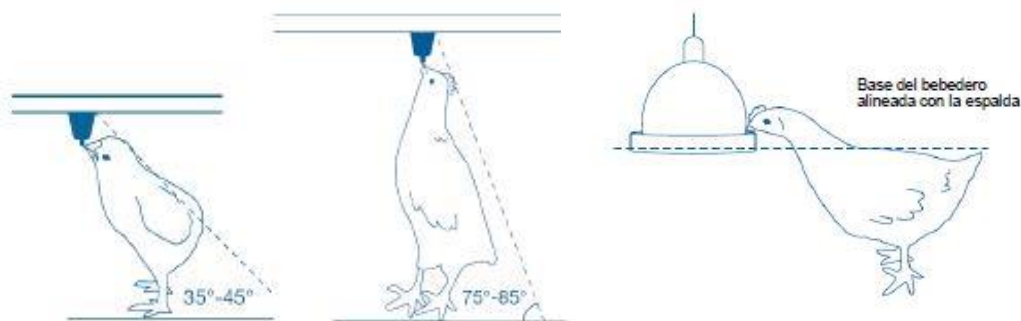


Figura 6. Ajuste de la altura del bebedero de tetina y altura del bebedero de campana (Dowsland, 2008).

Otro factor importante de los bebederos es la presión, que debe ser apropiada para que no se derrame o se desperdicie el agua, ya que si se mantiene una presión demasiado baja puede no haber suficiente agua para todas las aves de la nave y puede producir deshidratación. Sin embargo, si la presión es demasiado alta se pueden producir fugas y provocar una cama con mayor humedad y con mayor riesgo de FPD. Así pues, se deben revisar los bebederos para no reducir el rendimiento y evitar problemas de pododermatitis (Dowsland, 2008; ROSS, 2014).

5.3.5. Humedad relativa y temperatura ambiental

En el interior de la nave de producción de *broilers*, se pueden observar tres problemas importantes; el frío, el calor y la humedad. La humedad relativa (HR) expresa la proporción de vapor de agua que contiene el aire y el peso de vapor de agua máximo que este aire puede contener a la máxima temperatura (Castelló et al., 2002; ROSS, 2014).

Los motivos por los cuales se produce un incremento de la humedad en las naves son por un aumento del clima exterior, por mala circulación del aire, por problemas en la calefacción y por camas frías y húmedas (ROSS, 2014). Esto provoca una condensación del aire con variaciones de temperatura ambiental que a su vez produce una fermentación y un humedecimiento de la yacija. Para el control de la humedad se regula la humedad de la cama y la humedad ambiental, la cual no debe exceder el 70% del volumen de HR cuando la temperatura exterior sea inferior de 10°C, si sobrepasa este porcentaje de humedad la calidad de la yacija disminuirá y se apelmazará aumentando el riesgo de pododermatitis (Dowsland, 2008; ROSS, 2014; Real Decreto 692/2010, 2010).

Las aves como animales homeotermos que son deben crecer en unas condiciones climáticas que faciliten su termorregulación para evitar sufrir estrés térmico, dado que cuando la humedad relativa es alta se reduce la pérdida de evaporación aumentando la temperatura corporal. Por lo tanto, si la temperatura ambiental exterior medida a la sombra es superior a 30°C la temperatura interior de la nave no puede exceder en más de 3°C en comparación con esa temperatura exterior (Real Decreto 692/2010, 2010). En invierno si se reduce la ventilación, la humedad aumenta y puede exceder del 80% de la HR aumentando el riesgo de una cama húmeda. Sin embargo, en verano si se produce alguna avería en el sistema de ventilación y la temperatura se eleva, la humedad llegará a valores inferiores al 50%, produciendo que el material de la cama se vuelva seco y frágil, pudiendo perforar las

almohadillas plantares del animal, lo que puede producir el inicio de una infección y de una pododermatitis (Jong & Harn, 2012).

Durante el arranque del pollito, tanto la humedad como la temperatura de la nave son altas, pero conforme crece el pollito el nivel de humedad y de temperatura se reduce. Así pues, a medida que el peso vivo del ave aumenta se deben controlar los niveles de HR y temperatura ambiental mediante sistemas de ventilación y calefacción (Jong & Harn, 2012).

5.3.6. Ventilación

Los sistemas de ventilación, tanto mecánicos como naturales, deben mantener los parámetros de la calidad del aire bajo todas las condiciones climáticas posibles, hoy en día la mayoría de las explotaciones avícolas usan la ventilación mecánica (Cobb-Vantress, 2009; Care, 2014). El objetivo de la ventilación es suministrar aire fresco a las aves, retirar el exceso de calor, humedad, polvo, organismos en el aire y gases nocivos como el amoníaco que no puede ser superior a 20 ppm y la concentración de dióxido de carbono (CO₂) que no puede superar las 3.000 ppm medidas al nivel de las cabezas de los pollos. Todos estos parámetros de ventilación se deben establecer desde el primer día de la entrada del animal a la nave (Jong & Harn, 2012; Real Decreto 692/2010, 2010).

Una ventilación eficaz es fundamental para mantener las yacijas secas y para poder distribuir de manera uniforme por toda la nave el calor y la refrigeración, ya que los pollos jóvenes son más susceptibles de sufrir lesiones dérmicas como la pododermatitis si las condiciones de ventilación no son las adecuadas (Martínez, 2008). Por otro lado, si la temperatura interna de la nave es correcta las aves se sentirán cómodas y se mantendrán en su zona termoneutral disminuyendo la renovación del aire (Martínez, 2008). Por el contrario, si la temperatura aumenta en el interior de la nave es necesario la renovación de la ventilación para la extracción del calor sobre todo en meses cálidos. Sin embargo, en invierno si se reduce demasiado la tasa de ventilación se produce un aumento de la HR lo que conlleva al humedecimiento de las camas y también a un mayor riesgo de producir lesiones en las almohadillas plantares (Dowsland, 2008; Jong & Harn, 2012; Martínez, 2008).

Así pues, se debe prevenir el humedecimiento de la yacija mediante la circulación de aire cálido en la superficie de la cama para que este tipo de aire seco absorba la humedad de la cama para evitar la pododermatitis. Por otra parte, por lo que refiere a un uso correcto de la velocidad del aire esta dependerá del tipo y tamaño de la nave así como de la edad y del número de animales (Bilgili et al., 2011; Dowsland, 2008).

5.3.7. Iluminación

La iluminación es un factor importante para el bienestar animal y para la producción de *broilers*. La luz del entorno permite a las aves sincronizar los ritmos circadianos mediante el fotoperíodo y el escotoperíodo así como establecer el control de la temperatura corporal y actividades metabólicas (James et al., 2018). Las aves tienen diferentes capacidades para percibir longitudes de onda que influyen en el comportamiento y la actividad de búsqueda de alimento (James et al., 2018). Respecto al fotoperíodo, las explotaciones pueden usar diferentes programas de iluminación dependiendo de si las instalaciones son completamente cerradas o abiertas. El programa de iluminación tiene que cumplir con la legislación en materia de bienestar animal, para ello este programa debe seguir un ritmo de 24 horas de luz e incluir periodos de oscuridad. Desde los 0 a los 7 días de edad, tienen que recibir 23 horas de luz y una de oscuridad y, pasados esos 7 días de vida, tienen que aplicar una duración mínima de 6 horas de oscuridad con un periodo mínimo de 4 horas de oscuridad ininterrumpido (ROSS, 2014; Real Decreto 692/2010, 2010; Cobb-Vantress, 2009;).

En la actualidad, la intensidad de luz debe cumplir con la directiva de la UE y las explotaciones deben disponer de una intensidad de 20 lux en las primeras semanas de vida y 6 lux cuando tienen 6 semanas de vida (Directiva 2007/43/CE, 2007). Se emplean sistemas de iluminación que aumentan la intensidad de luz durante cortos periodos de tiempo para aumentar el ejercicio de las aves y disminuir problemas metabólicos y/o esqueléticos (Castelló, 2017; Martínez, 2008).

La distribución de la luz debe ser homogénea después del periodo inicial de la cría, como se ha comentado anteriormente y, debe iluminar como mínimo el 80% de la zona que utilizan las aves (Figura 7). De esta forma se fomenta la distribución homogénea de las aves por toda la nave y se mantiene la calidad de la cama, evitando aglomeraciones de aves en las zonas oscuras en los periodos de descanso (ROSS, 2014; Real Decreto 692/2010, 2010; Cobb-Vantres, 2009).

Los programas de luz intermitentes son beneficiosos para reducir la FPD, ya que durante el periodo de luz las aves son más activas y escarban más en la yacija, por lo que mantienen la cama más suelta, seca y menos apelmazada (Cobb-Vantress, 2009; Jong & Harn, 2012).



Figura 7. Nave de *broilers* con una adecuada distribución de luz (Castelló, 2017).

5.3.8. Genética

El pollo de engorde se obtiene debido al cruzamiento de dos aves pesadas de diferentes razas, la White Rock Cornish y la White Plymouth Rock (Castelló et al., 2002). La raza White Rock Cornish proveniente de Inglaterra, es la línea de la cual se selecciona a los machos y la que aporta la conformación cárnica y los índices productivos. La raza White Plymouth Rock proviene de América y es la línea de la cual se seleccionan las hembras siendo, por lo tanto, la responsable del huevo incubable y de la viabilidad del pollito (Castelló et al., 2002). Las características básicas que se buscan en las líneas de carne son:

- ✓ Crecimientos muy elevados
- ✓ Disminución del índice de conversión (IC)
- ✓ Conformación cárnica- desarrollo de la masa muscular en la pechuga
- ✓ Plumaje blanco
- ✓ Carne rosada “blanca”- sin grasa filtrada y digestible
- ✓ Rendimiento en matadero del 80%
- ✓ Carácter tranquilo y dócil.

En los últimos años, debido a la intensificación de la producción y a la selección genética, las tasas de crecimiento del pollo de engorde han aumentado un 400% desde el año 1975 hasta el 2005 atribuido este crecimiento del 85%-90% a los programas de selección genética y el resto a la alimentación (Figura 8) (Hartcher & Lum, 2020; Zuidhof, 2015). Estas aves pesadas con tasas de crecimiento rápido como los *broilers* (>50 gr/día) tienen una actividad mucho más reducida que otras estirpes de crecimiento lento (<50 gr/día), además disponen de menos espacio para llevar a cabo diferentes actividades. Este rápido crecimiento permite que puedan llegar a alcanzar el peso final en menos de 40 días de edad (Hartcher & Lum, 2020). Es por ello

FACTORES PREDISPONENTES DE PODODERMATITIS EN BROILERS

por lo que los programas de selección genética corren el riesgo de tener consecuencias negativas para el bienestar animal, ya que se pueden manifestar trastornos esqueléticos como cojeras o deformaciones que pueden incapacitar al animal para realizar comportamientos típicos de la especie (Hartcher & Lum, 2020). Al mismo tiempo, se puede producir lesiones en la piel como pododermatitis debido al periodo prolongado en el que el animal está tumbado sobre la cama húmeda (Hartcher & Lum, 2020; Rayner et al., 2020).

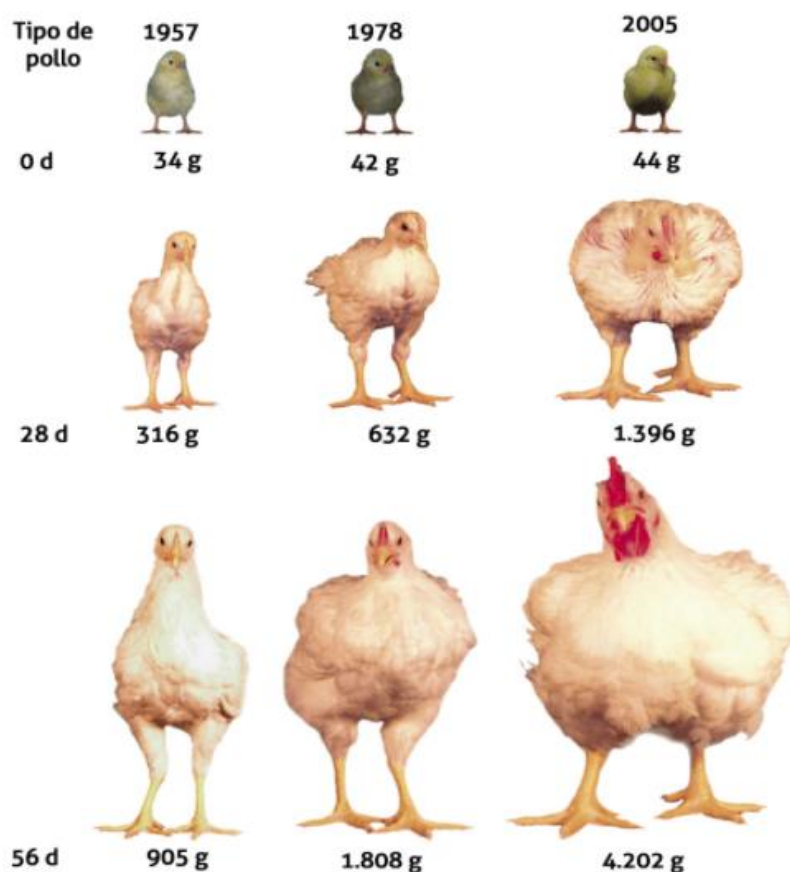


Figura 8. Evolución de la ganancia de peso de los pollos desde el año 1957 al 2005 (Zuidhof, 2015).

Por lo cual, es importante que se realice una correcta selección genética para disminuir la presencia de pododermatitis y otros tipos de patologías. Además algunos estudios han sugerido que es posible disminuir la incidencia de estas lesiones sin influir de forma negativa en el peso del animal mediante genotipos de crecimiento más lento que no presentan los problemas de bienestar que presentan las estirpes de crecimiento rápido (Hartcher & Lum, 2020; Škrbić et al., 2015)

5.3.9. Enriquecimiento ambiental

El enriquecimiento ambiental también denominado enriquecimiento conductual, consiste en una modificación del ambiente del animal para la mejora de este, proporcionando estímulos ambientales nuevos que conduce a comportamientos propios de la especie (Adams, 2008). El objetivo del enriquecimiento ambiental es mejorar el bienestar animal tanto psicológico como fisiológico de los animales que se encuentran en granja o en cautividad. Esto tiene lugar al mejorar la calidad de vida del animal aumentando los niveles de actividad física y promoviendo los comportamientos típicos de la especie, disminuyendo de esta forma los posibles comportamientos anormales (Pedersen et al., 2020; Tahamtani, 2020).

Las gallinas ponedoras se suelen criar en alojamientos equipados con estructuras diferentes para su uso. Sin embargo, los pollos de engorde se crían en un entorno que carece de estructuras tridimensionales y una alta densidad de población que conlleva a una limitación del comportamiento natural de la especie (Malchow et al., 2019; Riber et al., 2018). Los *broilers* pasan aproximadamente el 80% de su tiempo descansando sobre la yacija, así que la combinación de un crecimiento rápido y una baja actividad que además disminuye con la edad contribuye a desarrollar patologías como cojeras y lesiones dérmicas plantares, conllevando a una disminución del bienestar animal, aparte de grandes pérdidas económicas para la explotación (Jones et al., 2020; Kaukonen et al., 2017; Ventura et al., 2010).

Por lo tanto, para aplicar un programa de enriquecimiento ambiental se debe conocer los comportamientos típicos de la especie animal en libertad y en cautiverio, ya que los *broilers* son animales que en condiciones naturales invierten mucho tiempo en la exploración y en la búsqueda de alimento, picoteando o escarbando en la yacija (Freitas, 2021). Esto quiere decir que pasan una gran parte del tiempo caminando, por lo que hacen ejercicio y tienen menos problemas de patas (OIE, 2019).

Los materiales empleados para enriquecer el ambiente de la nave no pueden ser tóxicos, ni dañinos para el animal, tienen que ser seguros y adecuados para el tamaño de la nave y deben proporcionar al animal la opción de interactuar con estos o no (Freitas, 2021). Hay una gran variedad de enriquecimientos ambientales que pueden ser utilizados en las explotaciones avícolas, los más usados son, el enriquecimiento físico y el enriquecimiento nutricional (CSIC, 2016). El enriquecimiento físico ofrece elementos para promover comportamientos como la locomoción, la exploración, el descanso en superficies distintas a la yacija, para ello se hace uso de plataformas con diferentes alturas, paneles verticales, balas de

paja, perchas o aseladeros (Figura 9) (CSIC, 2016; Ohara et al., 2015). Las perchas y los aseladeros deben poder quitarse y colocarse en diferentes posiciones para evitar restricciones de espacio y permitir al animal posarse a diferentes alturas para reducir los trastornos óseos, aumentar la resistencia de las patas y evitar el constante contacto directo con la yacija. Al mismo tiempo, los paneles verticales o balas de paja permiten al animal un descanso más largo y con un menor número de cojeras (Figura 10) (Ohara et al., 2015; Selecciones avícolas, 2021).



Figura 9. Enriquecimiento físico. *Broilers* haciendo uso de las plataformas y tubos huecos (Selecciones avícolas, 2021)

Por otra parte, las plataformas elevadas a 30 cm del suelo pueden reducir la incidencia de cojeras, así como la gravedad de pododermatitis en las patas (Ohara et al., 2015). Otro enriquecimiento físico que también puede ser utilizado, es la administración de diferentes tipos de sustrato por la yacija con materiales esterilizados para poder escarbar, fomentar el forrajeo y reduciendo así la inactividad del ave (CSIC, 2016; Freitas, 2021; Ohara et al., 2015; Castelló, 2018).



Figura 10. Enriquecimiento físico. *Broilers* picando y descansando encima de una bala de paja entera (Castelló, 2018).

De igual forma, el enriquecimiento nutricional también promueve el comportamiento exploratorio, ya que invierten una mayor parte de su tiempo en la búsqueda de alimento. Para ello, se puede esconder alimento por la nave, se puede depositar en perchas para una mayor actividad o se puede enterrar para promover el forrajeo con el fin de evitar comportamientos agonísticos entre los animales. Además, se les puede ofrecer suplementos alimenticios o minerales que pueden mejorar su salud intestinal del animal (CSIC, 2016).

Por último, para una mejora del bienestar animal se puede combinar el enriquecimiento ambiental con el distanciamiento de comederos y bebederos de 2 metros a 12 metros para promover la actividad del ave y mejorar los problemas óseos de las patas (Tahamtani, , 2020).

Es por ello que proporcionar un ambiente enriquecido higiénico y práctico pueda fomentar la actividad del animal y disminuir patologías musculoesqueléticas, cojeras y evitar el riesgo de lesiones plantares como la pododermatitis, además de mejorar y potenciar el bienestar animal y aumentar el rendimiento económico para los productores (Pedersen et al., 2020). Es cierto que actualmente estos programas de enriquecimiento ambiental se realizan en lotes de animales más reducidos en investigaciones experimentales (Ventura et al., 2010; Tahamtani et al., 2020). De igual forma, en algunos estudios científicos fue observado que los genotipos de crecimiento rápido hacían un uso menor de las perchas que los de crecimiento lento. Así mismo, el uso de perchas también se vio influido negativamente por la edad del animal, ya que las aves de crecimiento rápido dejaban de hacer uso de las perchas a las 3-4 semanas de vida a diferencia del genotipo de crecimiento lento que hacía un uso de mayor duración hasta las 10 semanas de vida (Riber et al., 2018). Otro factor importante en el uso de las perchas es la forma mediante la cual proporcionaron el acceso a estas, es decir, si los animales accedían mediante rampas o saltaban directamente sobre las perchas, en estos estudios observaron que las aves preferían perchas sin rampas y que tuvieran 8,5 cm de altura desde el suelo (Riber et al., 2018). En otros estudios, fue planteado como sustituto de las perchas el uso de plataformas mediante las cuales el ave podía realizar una serie de movimientos distintos al balanceo de la percha, como caminar en diferentes direcciones o saltar, teniendo un impacto positivo en la actividad locomotora del animal (Ventura et al., 2010). En relación con el forrajeo del ave, en un estudio se observó que proporcionar alimentos ricos en fibra estimulaba la actividad y la salud de las patas. Ahora bien, en otros estudios fue demostrado que el esparcimiento de alimento por la yacija para promover el forrajeo, tuvo un efecto negativo por la pérdida de peso en un 13% al aumentar la actividad del animal (Riber et al., 2018).

En función de lo planteado los programas de enriquecimiento ambiental podrían ser un paso importante para el futuro de las granjas avícolas mediante la aplicación de diferentes tipos de enriquecimientos ambientales en condiciones comerciales. Sin embargo, es necesario reflexionar sobre los efectos positivos y negativos de estos enriquecimientos para la salud de las patas y el bienestar animal, y decidir cuál es más óptimo para las explotaciones avícolas (Pedersen et al., 2020). Además, hay que tener en cuenta que la implantación de estos programas plantean costes para las granjas (Jones et al., 2020). Por lo tanto, hay que tomar los datos con cautela y para ello se debe realizar una mayor investigación futura del efecto que tienen, para ello es necesario realizar una evaluación antes, durante y después de la introducción de estos programas de enriquecimiento ambiental en las explotaciones avícolas (Ohara et al., 2015; Petra et al., 2019).

6. CONCLUSIÓN

La pododermatitis es un indicador de falta de bienestar en *broilers* y con el tiempo se le está dando mayor importancia a este tipo de lesiones dérmicas plantares y esto se ve reflejado en el análisis bibliométrico, ya que a lo largo de las décadas se puede observar un crecimiento por la preocupación de esta patología mediante el incremento de distintas publicaciones. Por otra parte, el principal factor más condicionante a producir estas lesiones es la mala calidad de la cama, además de los factores que están relacionados de forma directa sobre ella como la densidad de población, la humedad relativa, el material de la cama y la profundidad, la alimentación, el manejo del agua, la temperatura ambiental y la ventilación. Otros que no presentan relación directa con la calidad de la cama, pero no menos importantes son la iluminación y la genética. Por lo tanto, es importante llevar a cabo unas correctas medidas de manejo en la nave para prevenir la aparición de la pododermatitis. Por último, se ha observado que el enriquecimiento ambiental ha originado efectos positivos en las patas de las aves y ha dado lugar a una disminución de las lesiones plantares, pero a pesar de ello hay literatura al respecto que muestra otros datos con limitados beneficios. Por esta razón, en el futuro se deben realizar un mayor número de investigaciones sobre los efectos que produce en los animales, además de valorar el coste económico que supone la implantación de estos enriquecimientos en las explotaciones avícolas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, K. M. (2007). Refinement in the literature: Searching for environmental enrichment. *Aatex*, 14, 307-312.
- AECOSAN. (2015). *Procedimiento para la detección post-mortem de insuficiente bienestar animal en explotaciones de pollos de engorde y actuaciones de la autoridad competente*. Comisión Institucional. Recuperado de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Procedimiento_deteccion_post_mortem_bienestar_pollos_engorde.pdf
- Al-Naseer, A., Al-Khalaifa, H., Al-Saffar, A., Khalil, F., Al-Bahouh, M., Ragheb, G., ... & Mashaly, M. (2007). Overview of chicken taxonomy and domestication. *World Poultry Sc J*, 63: 285, 300.
- Alegre, A. (2015). Tipos y manejo yacija para aves de la cama. *Avinews*.19-31
- Bessei, W. (2006). Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*, 62(3). 455-466.
- Bilgili, S. F., Hess, J. B., Blake, J. P., Macklin, K. S., Saenmahayak, B., & Sibley, J. L. (2009). Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 18(3), 583-589.
- Bilgili, S. F., Hess, J. B., Donald, J., & Fancher, B. (2011). Consideraciones Prácticas para Reducir el Riesgo de Pododermatitis. *Aviagen Brief*, 1–8.
- Boudali, S. F., Al-Jumaili, A. S., Bouandas, A., Mahammi, F. Z., Tabet Aoul, N., Hanotte, O., & Gaouar, S. B. S. (2020). Maternal origin and genetic diversity of Algerian domestic chicken (*Gallus gallus domesticus*) from North-Western Africa based on mitochondrial DNA analysis. *Animal Biotechnology*. 1-11.
- Brambell, F. W. R. (1965). Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems. Command Paper 2836. Her Majesty's Stationery Office. London.
- Broom D. M. (1986.) Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal* 142, 524-526.
- Care, H. F. A. (2014). *Pollos de engorde. Eured*, (1–35). Middleburg. Recuperado de https://certifiedhumane.org/wp-content/uploads/Std14.Chickens.2SG_sp.pdf
- Castelló, J. A. (2017). Leds para broilers. *Selecciones avícolas*. 16-20.
- Castelló, J. A. (2018). El pollo del futuro *Selecciones avícolas*. 6-9.
- Castelló, J.A., Cedó, R., Cepero, R., García, E., Pontes, M., & Vaquerizo, J.M, (2002). *Producción de carne de pollo*. Real Escuela de Avicultura. Barcelona (España), pp 542.
- Cobb-Vantress (2009). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*.*Aviagen*.65. Recuperado de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf

- COM. (2018) Informe de la comisión al parlamento europeo y al consejo sobre la aplicación Directiva 2007/43/CE y su influencia para el bienestar de los pollos destinados a la producción de carne, así como sobre el desarrollo de indicadores del bienestar. (núm 181). Bruselas: Comisión Europea.
- Consejo Superior de Investigación Científica (CSIC). (2016). Enriquecimiento Ambiental Para Pequeños Vertebrados Utilizados Con Fines Científicos. Unidad de Experimentación Animal - Estación Biológica de Doñana (CSIC) 1–20.
- Cotino F., J. G. (2008). *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la Comunitat Valenciana*. Recuperado de <https://agroambient.gva.es/documents/163130965/166950291/Guia-MTDs-para-el-sector-de-explotaciones-intensivas-de-aves-en-la-CV-1.pdf/e3be96c0-389a-4553-84f9-bb7017c801e9>
- de Jong, I., & van Harn, J. (2012). Management tools to reduce footpad dermatitis in broilers. *Aviagen: str*, 1-18.
- de Jong, I. C., van Harn, J., Gunnink, H., Hindle, V. A., & Lourens, A. (2012). Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: Prevalence and factors of influence. *Poultry Science*, 91(7), 1569–1574.
- DIRECTIVA 2007/43/CE del Consejo Europeo de 28 de Junio de 2007, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de los pollos destinados a la producción de carne. *Diario Oficial de las comunidades europeas*. ES, 12 de Julio de 2007, num, pp.19-28.
- DIRECTIVA 98/58/CE DEL CONSEJO de 20 de julio de 1998 relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas. *Diario Oficial de las comunidades europeas*. ES 8 de agosto de 1998, num, 221, pp.23-27.
- Dowland, I. (2008). Broilers – Control de la pododermatitis. *Aviagen*.
- FAO. (2005). *Producción Avícola por Beneficio y por placer*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y5114s/y5114s04.htm>
- FAO. (2013). *Revisión del Desarrollo Avícola*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- Farm Animal Welfare Council (FAWEC). (2012). *¿ Qué es el bienestar animal ? , 1*.
- Freitas, L. I. de. (2021). Bienestar animal y enriquecimiento ambiental en la cría doméstica y ornamental de gansos y ánades reales. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento*, 05, 107–125.
- Hartcher, K. M., & Lum, H. K. (2020). Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *World's Poultry Science Journal*, 76(1), 154–167.
- Hashimoto, S., Yamazaki, K., Obi, T., & Takase, K. (2013). Relationship between severity of footpad dermatitis and carcass performance in broiler chickens. *Journal of Veterinary medical Science*, 13-0031.
- Ibáñez, M., Fernandez, M., Castelló, J.A., Quiles, A., Hevia, M.L., Gosálvez, L.F.,.....López, P. (2003). *Bienestar Animal*. Barcelona: Agrícola Española S.A.

- James, C., Asher, L., Herborn, K., & Wiseman, J. (2018). The effect of supplementary ultraviolet wavelengths on broiler chicken welfare indicators. *Applied Animal Behaviour Science*, 209, 55–64.
- Jones, P. J., Tahamtani, F. M., Pedersen, I. J., Niemi, J. K., & Riber, A. B. (2020). The Productivity and Financial Impacts of Eight Types of Environmental Enrichment for Broiler Chickens. *Animals*, 10(3), 378.
- Jong, Ingrid C De. Veldkamp, T. & Harm, J.V. (2014). Herramientas de manejo para reducir la dermatitis plantar en los Broilers. 13–19.
- Kaukonen, E., Norring, M., & Valros, A. (2017). Perches & elevated platforms in commercial broiler farms: Use & effect on walking ability, incidence of tibial dyschondroplasia & bone mineral content. *Animal*, 11(5), 864–871.
- Lawal, R. A., Martin, S. H., Vanmechelen, K., Vereijken, A., Silva, P., Al-Atiyat.,Hanotte, O. (2020). The wild species genome ancestry of domestic chickens. *BMC Biology*, 18(1), 1–18.
- Malchow, J., Puppe, B., Berk, J., & Schrader, L. (2019). Effects of elevated grids on growing male chickens differing in growth performance. *Frontiers in veterinary science*, 6, 203.
- Martínez, M., Marín. C., Torres, A., Láinez, M., (2008). Caracterización de las explotaciones de pollos de engorde de la Comunidad Valenciana. Valencia.Fundación Agroalimed.
- Marušić, D., Matković, K., Matković, S., Pavičić, Ž., Ostović, M., Kabalin, A. E., & Lucić, H. (2019). Effect of litter type and perches on footpad dermatitis and hock burn in broilers housed at different stocking densities. *South African Journal of Animal Science*, 49(3), 546-554.
- Meluzzi, A., & Sirri, F. (2009). Welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup1), 161-173.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentació (MAPA). (2020). Dirección general de producciones y mercados agrarios. 2019. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/indicadores2019carneparapublicar_tcm30-543797.pdf
- Musilová, A., Lichovníková, M., Hampel, D., & Przywarová, A. (2013). The effect of the season on incidence of footpad dermatitis and its effect on broilers performance. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun*, 61, 1793-1798.
- Nicol, C. J., & Davies, A. (2013). Poultry Welfare in developed and developing countries. *Poultry Welfare in Developing Countries*, 2(1), 1.
- Ohara, A., Oyakawa, C., Yoshihara, Y., Ninomiya, S., & Sato, S. (2015). Effect of environmental enrichment on the behavior and welfare of Japanese broilers at a commercial farm. *The Journal of Poultry Science*, 0150034.
- OIE. (2019). Bienestar Animal Y Sistemas De Producción de Pollos de Engorde. *Código Sanitario Para Los Animales Terrestres*, 1–14. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), Paris, Francia
- OIE. (2008) Introducción a las recomendaciones para el bienestar animal. *Código Sanitario Para Los Animales Terrestres*, 235-236. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), Paris, Francia.

- Pedersen, I. J., Tahamtani, F. M., Forkman, B., Young, J. F., Poulsen, H. D., & Riber, A. B. (2020). Effects of environmental enrichment on health and bone characteristics of fast growing broiler chickens. *Poultry Science*, 99(4), 1946–1955.
- Ramseyer, F. (2019). Con fuerte aumento de la demanda china, la carne aviar marca records de producción y comercio global. *Bolsa de Comercio de Rosario*, 1.
- Rayner, A. C., Newberry, R. C., Vas, J., & Mullan, S. (2020). Slow-growing broilers are healthier and express more behavioural indicators of positive welfare. *Scientific Reports*, 10(1), 1–14.
- Real Decreto 692/2010, de 20 de mayo, por el que se establecen las normas mínimas para la protección de los pollos destinados a la producción de carne y se modifica el Real Decreto 1047/1994, de 20 de mayo, relativo a las normas mínimas para la protección de terneros. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 3 de junio de 2010, núm. 135, pp. 47986 - 47995.
- Riber, A. B., Van De Weerd, H. A., De Jong, I. C., & Steenfeldt, S. (2018). Review of environmental enrichment for broiler chickens. *Poultry Science*, 97(2), 378–396.
- Romero, C. J. (2020). ¿Qué es el bienestar animal? *The Brooke*, 1–14.
- ROSS. (2014). Manual de manejo. *Aviagen*. 2014.
- Selecciones avícolas. (2021). El consumidor europeo identifica la carne de ave como carne sana y sigue creciendo su consumo en el año de la pandemia. *Selecciones avícolas*. 46–51.
- Shepherd, E. M., & Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry science*, 89(10), 2043-2051.
- Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Lukić, M., & Petričević, V. (2015). Incidence of footpad dermatitis and hock burns in broilers as affected by genotype, lighting program and litter type. *Annals of Animal Science*, 15(2), 433–445.
- Swiatkiewicz, S., Arczewska-Wlosek, A., & Jozefiak, D. (2017). The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and foot pad dermatitis – an updated review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(5), e14–e20.
- Tahamtani, F. M., Pedersen, I. J., & Riber, A. B. (2020). Effects of environmental complexity on welfare indicators of fast-growing broiler chickens. *Poultry science*, 99(1), 21-29.
- Toscano, M. J., Nasr, M. A. F., & Hothersall, B. (2013). Correlation between broiler lameness and anatomical measurements of bone using radiographical projections with assessments of consistency across and within radiographs. *Poultry Science*, 92(9), 2251–2258.
- Velarde, A., Temple, D., & Dalmau, A. (2010). *Proyecto Europeo Welfare Quality*®. 24–29.
- Ventura, B. A., Siewerdt, F., Estevez, I., Ciencias, D. De, Maryland, U. De, & Park, C. (2010). *Environment, well-being, and behavior*. 1574–1583.
- Webster, J. (2016). Animal welfare: Freedoms, dominions and “A life worth living.” *Animals*, 6(6), 2–7
- Welfare Quality®. (2009). Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, the Netherlands.

Xiang, H., Gao, J., Yu, B., Zhou, H., Cai, D., Zhang, Y., ... & Zhao, X. (2014). Early Holocene chicken domestication in northern China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(49), 17564-17569.

Zuidhof, M. J. (2015). Crecimiento, eficiencia y rendimiento de los broilers desde 1957. *Poultry Sci.*, 93: 1-13. 2014, 6–9.